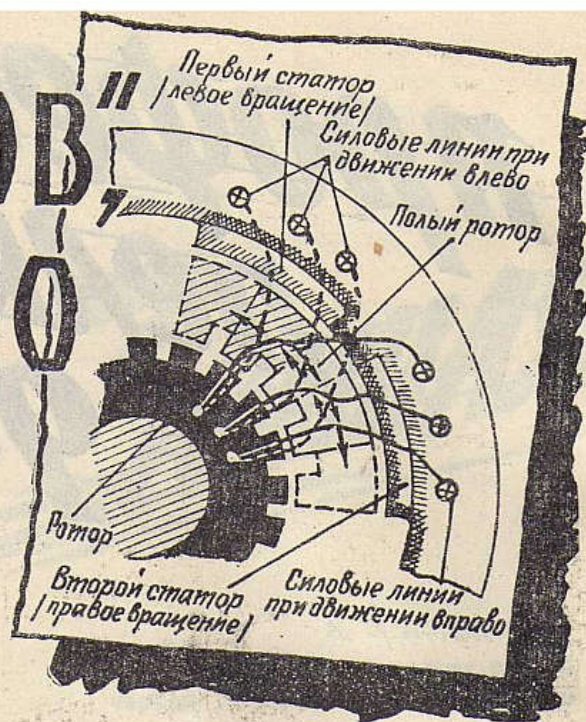


# БЕЗ „ЭФФЕКТОВ“ НО ЭФФЕКТИВНО



## «НЕ НАРУШАЕТСЯ ЛИ ОСНОВНОЙ ЗАКОН ФИЗИКИ?»

В ряде газет и журналов — «Научно-технические общества СССР» № 7 за 1959 г., «Советская Россия» от 30 июля 1959 г., «Ленинградская правда» от 27 марта 1959 г. и других — появились статьи под несколько интригующими заголовками: «Зубцовый эффект», «Эффект Стовбуненко», «Открытие, которое экономит миллионы» и др.

Речь шла об электрическом двигателе, предложенном Л. В. Стовбуненко. Как утверждают авторы статей, этот двигатель, имея очень маленькие габариты, развивает огромную мощность, примерно в 40—70 раз превышающую мощность обычных двигателей таких же размеров. При этом он якобы потребляет очень мало энергии.

Авторы пытались также убедить читателей, что можно значительно увеличить подъемную силу магнитов и электромагнитов только за счет нарезки зубцов определенной формы и размеров.

Естественно, содержание этих статей вызвало повышенный интерес специалистов и учреждений,

связанных с применением электродвигателей в самых различных областях науки и техники. Однако оно вызвало столь же понятное недоумение: не нарушается ли в данном случае основной закон физики — закон сохранения энергии и ряд законов электротехники и электромагнетизма?

Совершенно правы товарищи Ю. Г. Лобов из Ульяновска, Б. Шулейкин из пос. Барановка, Т. С. Поляков из г. Омска и другие, которые в своих письмах спрашивают, не является ли это шуткой, и, если нет, как объяснить в наше время работу «вечного двигателя», описанного в статье «Зубцовый эффект».

Отбросив все, связанное с фантазией, посмотрим, как обстоит дело в действительности.

Говоря о том, что двигатель Стовбуненко в 40—70 раз мощнее других двигателей таких же габаритов, авторы приведенных статей сравнивают несравнимое. Они имеют в виду синхронные микродвигатели типа «моторов Уоррена», имеющих очень низкий коэффициент полезного действия — порядка долей процента. Но при этом они забывают, что условия работы нормальных дви-

гателей и шаговых совершенно разные.

Ведь нормальный двигатель вращается непрерывно и непрерывно отдает мощность, а шаговый двигатель, предложенный Стовбуненко, работает в течение очень короткого отрезка времени, совершая при этом работу на коротком отрезке пути. Разные условия работы делают неправомерным сравнение шаговых двигателей с обычными. Оно не только неправомерно, но бессмысленно: шаговые двигатели не могут заменить обычных. Шаговые, импульсные двигатели могут конструироваться любой мощности, но габариты их при этом будут соизмеримы с габаритами обычных электродвигателей, а коэффициент полезного действия не будет превышать достигнутой величины для электромагнитных устройств.

Таким образом, никаких нарушений известных нам законов физики тут нет и не предвидится.

Что касается утверждения относительно увеличения подъемной силы магнитов путем нарезки на них зубцов определенной формы, то здесь допускается неточность. Речь идет не о подъемной,



а об удерживающей силе. Последнее же обстоятельство известно давным-давно, никаким открытием не является.

Однако двигатель, о котором с таким увлечением писали газе-

жуточный полый ротор, основной ротор и устройство фиксации полого ротора в исходном положении.

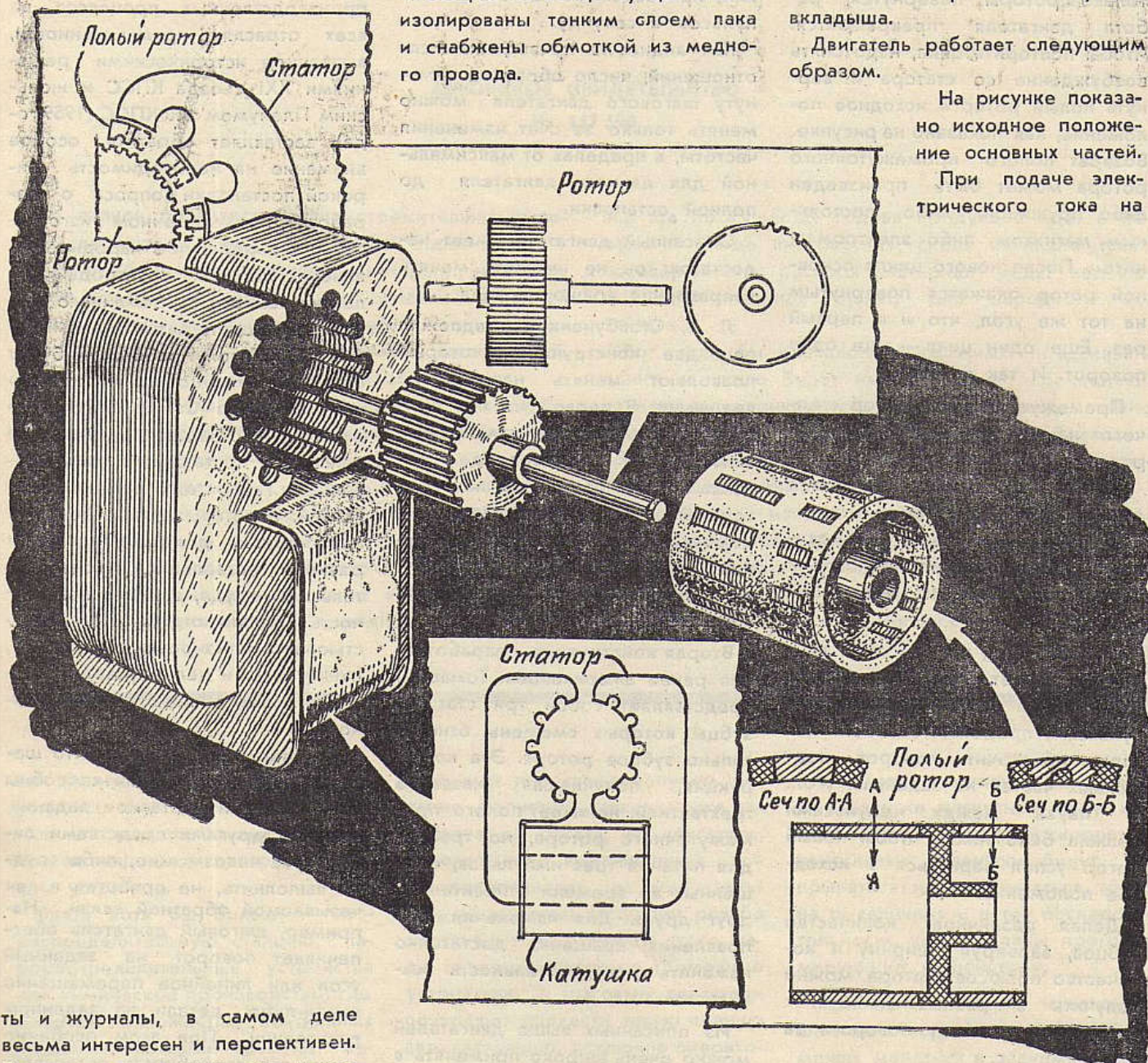
Статор набран из отдельных листов электротехнической стали, имеющих на конце зубцы. Листы изолированы тонким слоем лака и снабжены обмоткой из медного провода.

размеру равные зубцам основного ротора.

Основной ротор имеет вал, на котором напрессованы пластины из электротехнической стали, снабженные зубцами, по форме и величине равными зубцам вкладыша.

Двигатель работает следующим образом.

На рисунке показано исходное положение основных частей. При подаче электрического тока на



ты и журналы, в самом деле весьма интересен и перспективен. Прежде чем оценить его достоинства, попробуем разобраться в том, что он собой представляет.

### ПИТАЕМЫЙ ИМПУЛЬСАМИ

Л. В. Стовбуненко предложил оригинальную конструкцию реактивного шагового, импульсного двигателя. Принцип действия и устройство его поясняют рисунки.

На рисунке вы видите основные части двигателя: статор, проме-

жуточный полый ротор представляет собой цилиндр из немагнитного материала, в теле которого размещены вкладыши из магнитного материала. Форма одного вкладыша и сам полый ротор показаны на рисунке.

Ширина вкладыша полого ротора равна ширине полюса статора, а с внутренней стороны вкладыш имеет зубцы, по форме и

обмотку статора в нем возбуждается магнитный поток. Силовые линии стремятся замкнуться по пути наименьшего сопротивления, то есть там, где воздушный зазор между статором, полым и основным роторами наименьший. Однако путь этот, как видно на рисунке, не прямая, а изогнутая линия. Выпрямляясь с определенной силой,



Магнитная силовая линия заставляет повернуться полый и основной роторы до положения, при котором оси зубца статора, вкладыша полого ротора и зуба основного ротора совпадут. Как только роторы повернутся, работа двигателя прекращается. Чтобы повторить цикл, надо снять возбуждение со статора и вернуть полый ротор в исходное положение, как показано на рисунке. Возврат полого промежуточного ротора может быть произведен либо пружиной, либо постоянным магнитом, либо электромагнитом. После нового цикла основной ротор окажется повернутым на тот же угол, что и в первый раз. Еще один цикл — еще один поворот. И так далее.

Промежуточный же ротор «топчется на месте»: делает шаг вперед — шаг назад.

Как видим, работа двигателя длится только в течение короткого отрезка времени, необходимого для поворота полого и основного ротора на небольшой угол.

Отсюда ясно, что шаговый двигатель может работать только при питании его отдельными импульсами, продолжительность которых обеспечит поворот подвижных частей на заданный угол. А пауза между импульсами должна быть такой, чтобы полый ротор успел вернуться в исходное положение.

Делая различное количество зубцов, варьируя ширину и количество полюсов статора, можно получить в разных двигателях различную величину поворота за один импульс.

Сравнивая величину угла поворота за один импульс с количеством импульсов за определенный отрезок времени, можно заранее сказать, на сколько градусов повернется вал двигателя за заданное время или на заданное количество импульсов.

Эти соотношения очень хорошо можно выразить формулами:

$$f_1 = \frac{360}{\alpha_p}, \text{ где } f_1 \text{ — число импульсов на один полный оборот ротора, } \alpha_p \text{ — угол поворота ротора на один импульс;}$$

$nf = \frac{f}{f_1} \cdot 60$ , где  $nf$  — число оборотов в минуту (скорость вращения) при заданной частоте  $f$  импульсов в секунду.

Как видно из приведенных соотношений, число оборотов в минуту шагового двигателя можно менять только за счет изменения частоты, в пределах от максимальной для данного двигателя до полной остановки.

Описанный двигатель имеет недостаток: он не может менять направление вращения вала.

Л. В. Стовбуненко предложил еще две конструкции, которые позволяют менять направление вращения. В первой из них применены два статора, смещенных симметрично относительно вкладыша полого промежуточного ротора. В зависимости от того, на обмотку какого из статоров будет подан импульс напряжения, вал ротора повернется влево или вправо.

Вторая конструкция, разработанная ранее американцем Томасом, представляет собой три статора, зубцы которых смещены относительно зубцов ротора. Эта конструкция, получившая название трехтактной, не имеет полого промежуточного ротора, но требует для питания трех импульсов, смещенных во времени относительно друг друга. Для изменения направления вращения достаточно изменить последовательность импульсов.

Из описанных выше двигателей можно очень широко применять в качестве основного силового устройства при автоматизации ряда устройств и систем только последний тип — трехтактный.

В частности, один из экспонатов советского павильона на Всемирной выставке в Брюсселе, отмеченный дипломом, — универсальный фрезерный станок с программным управлением, изготовленный ЭНИМСом, имел в качестве силового привода суппортов шаговые

импульсные двигатели в трехтактном исполнении<sup>1</sup>;

## ЕГО БУДУЩЕЕ — В АВТОМАТИКЕ

Бурное развитие автоматизации производственных процессов во всех отраслях промышленности, вызванное историческими решениями XXI съезда КПСС и июньским Пленумом ЦК КПСС (1959 года), заставляет обратить особое внимание на необходимость широкой постановки вопроса о разработке, промышленном изготовлении и внедрении в народное хозяйство шаговых электродвигателей как самого современного устройства средств автоматики.

Во всей этой работе не будет никакого «зубцового эффекта» или «эффекта Стовбуненко». Будут созданы шаговые импульсные двигатели, не таящие в своих небольших габаритах огромных мощностей, но открывающие большие перспективы для облегчения и резкого повышения производительности труда, дающие возможность создать отдельные полностью автоматизированные станки, линии, цехи и целые заводы.

В чем заключаются эти возможности?

Коротко говоря, в том, что шаговые электродвигатели способны точно выполнять такие задания, которые другими средствами либо вовсе невозможно, либо трудно выполнить, не прибегая к так называемой обратной связи. Например, шаговый двигатель обеспечивает поворот на заданный угол или линейное перемещение какой-либо детали на заданном расстоянии. При этом особенно ценна его способность останавливаться «в данной точке».

Нет сомнения в том, что шаговые двигатели разовьют и расширят применение счетно-решающих устройств в самом простом их варианте для целей промышленной автоматики.

Можно представить себе, как изменится облик и условия рабо-

<sup>1</sup> Журнал «Станки и инструменты», 1958, № 12.



ты целого ряда предприятий и устройств благодаря использованию шаговых двигателей для счетно-решающих или программируемых устройств.

Взять хотя бы большую газораспределительную станцию, парораспределительные устройства или химическое производство, где имеется множество вентильных задвижек, которые требуют непрерывного регулирования по времени или в зависимости от изменения нагрузки. Сейчас это требует обязательного присутствия оператора. Закрывать или открывать задвижки на заданную величину с помощью существующих типов приводов не представляется возможным, потому что электродвигатели и соленоиды имеют инерцию, то есть продолжают некоторое время работать и после

того, как перестают получать питание. Допустим, заслонка уже завернута до отказа, а двигатель, своевременно выключенный, все же поворачивает ее еще чуть-чуть — и конец заслонке: резьба сорвана. Чтобы избежать этого, надо создавать сложные тормозные устройства. А шаговые двигатели позволяют провести такую полную автоматизацию, исключив оператора, весьма просто и эффективно.

Это может быть осуществлено следующим образом. Для случая регулирования по времени на магнитной ленте или перфокарте с помощью любого вспомогательного устройства записывается в виде отдельных импульсов программа, соответствующая полному или частичному перекрытию одной или нескольких задвижек.

На вал каждой задвижки уста-

навливается шаговый двигатель. При запуске магнитной ленты или перфокарты с заданной скоростью вентильные задвижки будут закрываться или открываться точно на ту величину и в той последовательности, какие заданы программирующим устройством.

При использовании счетно-решающего устройства программа может меняться в зависимости от условий, которые будут в него вводиться.

Примеров применения шаговых двигателей, а также их конструкций в средствах автоматизации можно привести очень много. Именно здесь, в автоматике, будущее шаговых двигателей. А значит, это будущее велико.

**Е. БРОН, инженер**